

PAT-NO: JP361250491A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 61250491 A
TITLE: HEAT PIPE
PUBN-DATE: November 7, 1986

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
OTANI, SHIGEMORI
SHISHIDO, IKUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME
TAKASAGO THERMAL ENG CO LTD

COUNTRY
N/A

APPL-NO: JP60089633
APPL-DATE: April 25, 1985

INT-CL (IPC): F28D015/02

US-CL-CURRENT: 165/104.14

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide the heat pipe having three sets of outgoing and incoming sections of heat by a method wherein the condensing section of first member, having the function of a thermosyphon, is connected directly to the evaporating section of second member, having the function of thermosyphon.

CONSTITUTION: The heat pipe is constituted of the first member A, having the function of thermosyphon, and the second member B, having the function of

thermosyphon, which are connected directly. The syphon A is made by evacuating a metallic pipe 1, whose one end is closed, and sealing operating fluid 2 thereinto, thereafter, closing the other end of the pipe. The syphon A is constituted of the operating fluid evaporating section 4a, the operating fluid condensing section 5a and a heat insulating section 6a. The syphon B is also constituted of the operating fluid evaporating section 4b, the operating fluid condensing section 5b and the heat insulating section 6b. The condensing section 5a of the syphon A is connected directly to the evaporating section 4a of the syphon B. The heat pipe is provided with three places of outgoing and incoming places of heat with respect to the outside of the pipe as shown by part I, part II and part III. When the part I is located at the lowest position, the surrounding of the part II is covered by a heat accumulating substance and heat medium, heated by solar heat or the heated drainage of a factory or the like, is flowed around the part I, a part of the heat is taken out of the part III directly and the balance of the heat is accumulated in the heat accumulating substance around the part II.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-250491

⑤ Int.Cl.⁴

F 28 D 15/02

識別記号

101

庁内整理番号

7380-3L

④ 公開 昭和61年(1986)11月7日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全11頁)

④ 発明の名称 ヒートパイプ

② 特 願 昭60-89633

② 出 願 昭60(1985)4月25日

⑦ 発 明 者 大 谷 茂 盛 仙台市長嶺14-7

⑦ 発 明 者 穴 戸 郁 郎 仙台市西多賀3-2-16

① 出 願 人 高砂熱学工業株式会社 東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地8

④ 代 理 人 弁理士 和田 憲治

明 細 書

1. 発明の名称

ヒートパイプ

2. 特許請求の範囲

(1). それ自身でサーモサイフォン機能を有する第一部材の作動流体凝縮部をそれ自身でサーモサイフォン機能を有する第二部材の作動流体蒸発部に直接連結してなるヒートパイプ。

(2). 第一部材の作動流体凝縮部の壁と第二部材の作動流体蒸発部の壁とを媒合によって連結してなる特許請求の範囲第1項記載のヒートパイプ。

(3). 第一部材の作動流体凝縮部の壁の少なくとも一部が第二部材の作動流体蒸発部の壁の一部を構成するように一体構造とした特許請求の範囲第1項記載のヒートパイプ。

(4). 第一部材および第二部材とも作動流体蒸発部にのみウィックを設けた特許請求の範囲第1項～第3項のいずれかに記載のヒートパイプ。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、熱の出入部を3箇所有する熱ダイ

オード型ヒートパイプに関する。

太陽熱や工場排水のような温度が変動する熱源から効果的に熱を集熱し、蓄熱し、そして利用するシステムにおいては、熱源温度が蓄熱槽内の温度よりも低くなった場合、蓄熱槽から熱源への熱の逆流を防ぐ必要がある。この目的のためには、熱をある一定の方向のみに伝える熱ダイオード型ヒートパイプを利用した蓄熱システムが、すでに提案されている。だが、従来のかようなシステムでは、蓄熱用に一種類そして放熱用に他の一種類と、二種類のヒートパイプを交互に配置して使用しており、熱源側のエネルギーを一方のヒートパイプによって必ず一旦蓄熱槽に蓄えた後、別のヒートパイプによって利用側に放出する仕組みになっている。すなわち、熱源側のエネルギーを直接負荷側に利用することができない。そのため、従来の熱ダイオード型ヒートパイプを利用した蓄熱システムでは、ヒートパイプ—蓄熱材—ヒートパイプと熱が流れる際のエクセルギーの減少が著しい欠点があった。

本発明の一つの目的は、熱の出入部を3箇所有する新規な熱ダイオード型ヒートパイプを提供することである。

本発明の他の一つの目的は、蓄熱システム、特に太陽熱や工場排水のような温度が変動する熱源から効果的に熱を集熱して蓄熱するシステムに利用するのに適した新規な熱ダイオード型ヒートパイプを提供することである。

本発明の今一つの目的は、温度が変動する熱源から集熱して蓄熱するシステムに用いた場合に、熱源側の温度が負荷側の温度よりも高いときは、熱源のエネルギーの一部を直接負荷側に伝えることができると共に、残部を蓄熱でき、また、熱源側の温度が負荷側の温度よりも低いときは、蓄熱材から負荷側に熱輸送を行うことができる新規な熱ダイオード型ヒートパイプを提供することである。

前記の諸目的を達成する本発明のヒートパイプは、それ自身でサーモサイフォン機能を有する第一部材の作動流体凝縮部をそれ自身でサーモサイ

フォン機能を有する第二部材の作動流体蒸発部に直接連結してなる。

添付図面を参照するに、本発明のヒートパイプは、第1図に示すようなそれ自身でサーモサイフォン機能を有する第一部材A（以下サイフォンAと呼ぶことがある）と第2図に示すようなそれ自身でサーモサイフォン機能を有する第二部材（以下サイフォンBと呼ぶことがある）とを直接連結してなる。サイフォンAは、たとえば、図示した形的一端を閉じた金属パイプ（たとえば、銅パイプ）1内を真空にした後、作動流体2として例えば、水やメタノールを封入し、そして他端を閉じることによって製造される。かような構造のサーモサイフォンは、蒸発潜熱が大きい作動流体の蒸気流が熱輸送を受持ち、かつサイフォン内部3では気液平衡が成立しているため、小さな温度差で大きな熱輸送を行うことができる。サイフォンAは、機能上、三つの部分、すなわち作動流体蒸発部4a（以下蒸発部または吸熱部と呼ぶことがある）と、作動流体凝縮部5a（以下凝縮部または放熱部

と呼ぶことがある）と、そして断熱部6a（断熱部という用語は必ずしも適切でないが外部系との熱交換がない方が好ましいとの意味でこの語を用いた）とからなる。蒸発部4aの内壁にはウイック7を設け、蒸発部4aの全内壁から作動流体が蒸発しうるようにするのが好ましい。かような構造のサイフォンAは、それ自身でサーモサイフォン機能を有する。すなわち、蒸発部4aを最下部にしてそこを加熱すると、蒸発部4a内の作動流体は蒸発して熱を上方に運び、凝縮部5aで放熱するとともにそれ自体は凝縮し、そしてサイフォンAの内壁を伝って蒸発部4aへ流下する。すなわち、サイフォンAは、熱を下方から上方へ伝える機能を有する。だが、蒸発部4aを最下部にして凝縮部5aを加熱しても、凝縮部5aはすぐにドライアウトしてしまうため、上方から下方への伝熱は、サイフォン壁を伝う熱伝導だけであって、効率的な作動流体蒸気による熱輸送は、期待できない。すなわち、サイフォンAは、熱を上方から下方へ伝える機能を殆ど有していない。かようなそれ自身でサーモサイ

フォン機能を有するサイフォンAの構造および作用は、その凝縮部5の特異な形状を別とすれば、よく知られている。サイフォンBについても同様である。すなわち、サイフォンBも、作動流体蒸発部4bと、作動流体凝縮部5bと、そして断熱部6bとからなり、蒸発部4bの内壁にはウイック7を設けて蒸発部4bの全内壁から作動流体が蒸発しうるようにするのが好ましく、かつ蒸発部4bを最下部にして使用する場合、作動流体蒸気による熱輸送は下方から上方へ向かってのみである。ただ、サイフォンBは、その蒸発部4bが図示したような特異な形状を有しているだけである。

サイフォンAの凝縮部5aおよびサイフォンBの蒸発部4bの形状を図示したような特異なものとしたのは、本発明にしたがい、両者間の熱伝達の効率をよくして直接連結しやさいようにしたことと、図示した形が製作しやすいこととによる。これらの要件が充足される限り、サイフォンAの凝縮部5aおよびサイフォンBの蒸発部4bの具体的な形状は、本発明の要旨外である。本発明のヒートパイ

ブは、前記のようなサイフォンAの凝縮部5aとサイフォンBの蒸発部4aとを直接連結してなる。直接連結の態様は、図示しないが、両部材の物理的嵌合または釦合であることができる。別法としては、第3図に示す如く、サイフォンAの凝縮部5aの壁の少なくとも一部がサイフォンBの蒸発部4bの壁の一部を構成するようにヒートパイプを一体構造のものとして製作することもできる。

第3図に図示した本発明のヒートパイプは、両端を閉じた外径25mm、長さ500mmの鋼管8の中央に山高帽子状の鋼製部材9を鋼管8と一体的に設けて、鋼管8を上下二室に区分するとともに、鋼管8の中央部を二重管構造にした形状寸法のものである。二重管の内管の径は12mm、長さは100mmである。山高帽子状の部材9およびそれより下方の鋼管8の部分がサイフォンAを構成し、そして山高帽子状の部材9およびそれより上方の鋼管8の部分がサイフォンBを構成するように、部材9によって区分される鋼管8内の上下二室には作動流体2としてメタノールが封入されているとともに

に真空減圧されている。本例では、サイフォンAの凝縮部壁として作用する部材9が、そのままサイフォンBの蒸発部壁の一部を成する。これはサイフォンAからサイフォンBへの熱の授受が同一面で行われることを意味する。図示したサイフォンAおよびBとも蒸発部内壁にウィックとしてブロンズ製のメッシュスクリーン10がスプリング11によって固定されており、蒸発部のすべての内壁面で作動流体が蒸発できるようになっている。

本発明のヒートパイプは、外部との熱の出入箇所を三箇所有する。それらの箇所は、第3図の例では、パートI（サイフォンAの蒸発部の外壁）と、パートII（サイフォンBの蒸発部の外壁）とそしてパートIII（サイフォンBの凝縮部の外壁）とである。この例では、各パートの長さを100mmとし、各パート間には、100mm長の断熱部を設けた。このヒートパイプのパートIを最下部にしてパートIIのまわりを蓄熱物質で覆い、太陽熱や工場排水などで温められた熱媒体をパートIのまわりに流すと、熱の一部は直接パートIIIから取り出

され、残部はパートIIのまわりの蓄熱物質に蓄えられる。一方、蓄えられた熱を利用したい場合はこれをパートIIIから取り出すことができる。また太陽熱や工場排水などの温度変動が大きい場合には、時として蓄熱槽の温度よりも低い温度の熱媒体がパートIのまわりを流れることがあるが、このヒートパイプは上から下には熱を伝えない（より正確には作動流体蒸気による上から下への熱輸送がない）ので、望ましくない熱の逆流は殆どない。

1. 本発明ヒートパイプの熱ダイオード特性

前記のように、本発明のヒートパイプは、熱ダイオード特性を有し、サイフォンAの蒸発部を最下部として使用した場合、熱を下から上へのみ伝え、上から下への望ましくない熱の逆流は殆どないのであるが、実用にあたっては、ヒートパイプ管壁の熱伝導による熱の逆流を無視できない。それ故、本発明のヒートパイプが如何程の熱ダイオード特性を有するか、また、その熱ダイオード特性が最もよくなるのはどのような条件下であるか

を検討する必要がある。この目的のために、次のような実験を行った。

すなわち、サイフォンAおよびBの蒸発部にウィックとして、150メッシュのブロンズ製スクリーン一層を附け、そして、封入した作動流体の量（蒸発部容積に基づく容量%）をいろいろ変えた以外は、第3図に示す形状寸法のヒートパイプを多数作成し、これらヒートパイプのサイフォンAおよびBの熱輸送量を測定することにより、作動流体封入量の最適条件を決定した。さらに、最適作動流体封入量におけるヒートパイプの傾斜角が熱ダイオード特性におよぼす影響を検討した。

各サイフォンの熱ダイオード特性は、次式で定義される熱ダイオード効率 η によって評価した。

$$\eta = (Q_n - Q_r) / Q_n \times 100 (\%)$$

式中、 Q_n および Q_r は、順モードおよび逆モードでの熱輸送量をそれぞれ表す。なお、サイフォンAおよびBにつき、下部高温、上部低温で、下から上へ熱を伝える熱輸送モードを順モードと、上部高温、下部低温で、上から下へ熱を伝える熱

輸送モードを逆モードと呼ぶ。

(1). 実験装置および操作

実験に用いた熱交換器の構造を要部の寸法とともに第4図に示す。この熱交換器は、供試ヒートパイプのパートⅠ、パートⅡおよびパートⅢのまわりを内径32mmのセルⅠ、セルⅡおよびセルⅢでそれぞれ覆った簡単な構造のものである。セルⅠ、セルⅡおよびセルⅢは、銅管で、長さはそれぞれ120、100および120mmであり、各セルのフランジには外径100mmの真鍮板を用いた。ヒートパイプと各フランジとの間は、Oリング（図示しない）でシールした。各セルの出入り口およびヒートパイプ外壁の図示した位置には熱電対TCを取り付け、温度測定に供した。熱交換器の周囲には150mm以上の厚さにガラスウールを巻き付け、各セルおよびヒートパイプから外気への熱の漏れを防いだ。各セルに所定温度の恒温水をオーバーヘッドタンクより所定の流量で流し、その流量と各セルの出入り口温度とを測定した。測定結果から次式

0.1 g/s , $Re = 730$ at 60°C , 1570 at 20°C) に一定にし、そして、ヒートパイプは垂直に設置した。

第5図によれば、順モードでの熱輸送量をピークにする作動流体封入量があることがわかる。これは、作動流体封入量が過少であれば蒸発部でドライアウトが生じ、過大であれば蒸発の際の熱抵抗が大きくなるためであると思われる。また、第5図によれば、どのヒートパイプも、パートⅠから吸収した熱を、パートⅡでは約60%、そしてパートⅢでは約40%の割合で放出していることがわかる。

第6図にサイフォンAの熱ダイオード効率を示す。同図によれば、サイフォンAの熱ダイオード効率 η は、サイフォンAの作動流体封入量が約10%以上の場合、約80~90%であることがわかる。

サイフォンBの作動流体封入量を変えた場合における熱輸送量変化の様子を第7図に示す。図中、○印、□印および△印は、順モードの場合におけるパートⅠ、パートⅡおよびパートⅢでの熱輸送

$$Q = C_p \cdot m \Delta T$$

により熱輸送量 Q を算出した。式中、 C_p 、 m および ΔT は、恒温水の定圧比熱、質量流量および温度差を夫々表す。順モードおよび逆モードでの熱輸送量 Q_n および Q_r をこのようにして求め、そしてそれらの値から熱ダイオード効率 η を算出した。

(2). 作動流体封入量の熱ダイオード特性におよぼす影響

サイフォンAの作動流体封入量を変えた場合における熱輸送量変化の様子を第5図に示す。図中○印、□印および△印は、順モードの場合におけるパートⅠ、パートⅡおよびパートⅢでの熱輸送量をそれぞれ表し、そして■印は、逆モードの場合におけるパートⅠでの熱輸送量を表す。なお、サイフォンBの作動流体封入量は、すべてのヒートパイプで10%とした。また、セルⅠ、セルⅡおよびセルⅢに流す恒温水の温度は、順モードではそれぞれ60、20および20℃、逆モードではそれぞれ20、60および60℃とし、流量は33 g/s（流速

量をそれぞれ表し、そして■印は、逆モードの場合におけるパートⅢでの熱輸送量を表す。なお、サイフォンAの作動流体封入量は、すべてのヒートパイプで40%とした。また、セルⅠ、セルⅡおよびセルⅢに流す恒温水の温度は、順モードではそれぞれ60、60および20℃、逆モードではそれぞれ20、20および60℃とし、流量は33 g/s、流速0.1 g/s, $Re = 730$ at 60°C , 1570 at 20°C) に一定にし、そしてヒートパイプは垂直に設置した。

第7図によれば、サイフォンBの作動流体封入量が約20%の場合、順モードにおけるパートⅢでの熱輸送量が最大になることがわかる。また、どのヒートパイプも、パートⅠから約20%、パートⅡから約80%の割合で熱を吸収し、パートⅢから放出していることがわかる。これは、パートⅠからは、熱がサイフォンAおよびBの両者を通して伝わるのに対し、パートⅡからは、熱がサイフォンBのみを通して伝わり、後者の方が熱抵抗が小さいためであると考えられる。

第8図にサイフォンBの熱ダイオード効率を示す。同図によれば、サイフォンBの熱ダイオード効率 η は、サイフォンBの作動流体封入量が約10%以上の場合、約90~95%であり、サイフォンBは、サイフォンAよりさらに良好な熱ダイオード特性を有していることがわかる。

(3). ヒートパイプ傾斜角の熱ダイオード特性におよぼす影響

前記の実験に供したヒートパイプのうち、サイフォンAへの作動流体封入量を40%そしてサイフォンBへの作動流体封入量を20%としたものを用いて、ヒートパイプ傾斜角がサイフォンAおよびBの熱ダイオード特性におよぼす影響を調べた。

ヒートパイプの傾斜角を 90° から -5° にいろいろ変えた場合におけるサイフォンAの熱輸送量変化の様子を第9図および第10図に示す。傾斜角は、水平面からの角度で表し、垂直を 90° 、水平を 0° とした。第9図は、セルI、IIおよびIIIに流した恒温水の温度をそれぞれ $60, 20$ および 20° とした順モードの場合であり、そして第10図は、

ヒートパイプの傾斜角が約 10° よりも小さくなると、急激に増加することがわかるが、これは、高温であるパートIIおよびIIIが低位置になって、そこに作動流体が供給され、ヒートパイプが作動するためであると思われる。

ヒートパイプの傾斜角をいろいろ変えた場合におけるサイフォンBの熱輸送量変化の様子を第11図および第12図に示す。第11図は、セルI、IIおよびIIIに流した恒温水の温度をそれぞれ $60, 60$ および 20° とした順モードの場合であり、そして第12図は、セルI、IIおよびIIIに流した恒温水の温度をそれぞれ $20, 20$ および 60° とした逆モードの場合である。恒温水の流量は、前記の通りに一定にした。第11図および第12図中、○印、□印および△印は、パートI、パートIIおよびパートIIIでの熱輸送量をそれぞれ表す。

第11図によれば、順モードの熱輸送量は、傾斜角が約 5° 以上である限り、殆ど変化がなく、ピークは存在しないことがわかる。

サイフォンAおよびBの熱ダイオード効率 η と

セルI、IIおよびIIIに流した恒温水の温度をそれぞれ $20, 60$ および 60° とした逆モードの場合である。恒温水の流量は、各セルとも 33 g/s (流速 0.1 m/s 、 $Re = 730$ at 60°C , 1570 at 20°C) に一定にした。第9図および第10図中、○印、□印および△印は、パートI、パートIIおよびパートIIIでの熱輸送量をそれぞれ表す。

第9図によれば、順モードにおけるパートIでの熱輸送量は、ヒートパイプの傾斜角が 90° から減少するにつれてやや増加し、 60° で最大になり、以後漸減し、そして 5° 以下で急激に減少することがわかる。これは、傾斜角が 90° から減少するにつれ、先ず作動流体がサイフォンAの壁面を流下しやすくなり、次いで作動流体の蒸発量がウィックによって蒸発部の内壁面に供給される作動流体量よりも大きくなり、そしてついにはウィックに作動流体が供給されなくなって、伝熱はヒートパイプ管壁の熱伝導によるもののみになるためであると考えられる。

第10図によれば、逆モードの熱輸送量は、ヒ-

ートパイプの傾斜角との関係を第13図に示す。図中、○印および□印は、それぞれサイフォンAおよびサイフォンBの熱ダイオード効率を表す。サイフォンAは、傾斜角が 10° 以上で、熱ダイオード効率が約90%であり、一方、サイフォンBは、傾斜角が 5° 以上で、熱ダイオード効率が約95%であり、共に広い傾斜角範囲で良好な熱ダイオード特性を示すことがわかる。

(4). 熱ダイオード特性に影響をおよぼすその他のパラメーター

ウィックとしてブロンズ製の150メッシュスクリーンを二層またはステンレス鋼製の270メッシュスクリーンを二層用いたヒートパイプを使用した以外は、前記の実験を反復した。前記の実験で用いたウィック、すなわち、ブロンズ製の150メッシュスクリーン一層を用いたヒートパイプが最良の結果を示したが、試験をした範囲のウィックでは、ヒートパイプの熱ダイオード特性に顕著な差異は認められなかった。

既述の実験では、ヒートパイプの作動温度差が

40°であったが、これを40°以内にいろいろ変えて実験を反復した。試験をした範囲では、作動温度差による熱ダイオード特性の変化は認められなかった。

II. 本発明ヒートパイプの熱ポンピング特性

前記I例の実験で用いたヒートパイプおよび熱交換器を用いて、熱交換器のセルI、IIおよびIIIに、温度をそれぞれ60、40および20℃に制御した恒温水を種々の組合せで流し、各セルの出入り口温度および恒温水流量を測定して各パートにおける熱輸送量を求めた。結果を第14図a~fに示す。

第14図aは、ヒートパイプのパートI、IIおよびIIIのまわりに流した恒温水の温度がそれぞれ60、40および20℃であった場合である。この場合サイフォンAおよびBは共に順モードにあり、ヒートパイプは、パートIから約60%、パートIIから約40%の割合で吸熱し、パートIIIから放熱していることがわかる。

第14図bは、ヒートパイプのパートI、IIおよびIIIのまわりに流した恒温水の温度がそれぞれ60、

20および40℃であった場合である。この合順モードのサイフォンAは、良好な熱伝達を行っていることがわかる。逆モードのサイフォンBではわずかな熱もれが観測された。

第14図cは、ヒートパイプのパートI、IIおよびIIIのまわりに流した恒温水の温度がそれぞれ40、60および20℃であった場合である。この場合順モードのサイフォンBは熱をよく伝えるが、逆モードのサイフォンAは殆ど熱を伝えないことがわかる。

第14図dは、ヒートパイプのパートI、IIおよびIIIのまわりに流した恒温水の温度がそれぞれ40、20および60℃であった場合である。この場合、サイフォンAおよびBの熱ダイオード特性が有効に機能し、パートIIは、温度差の大きいパートIIIからよりも温度差の小さいパートIから実質的に多量の熱を吸収していることがわかる。

第14図eは、ヒートパイプのパートI、IIおよびIIIのまわりに流した恒温水の温度がそれぞれ20、60および40℃であった場合である。この場合も熱

ダイオード特性がよく機能し、ヒートパイプは、パートIIから吸収した熱を温度差の小さなパートIIIの方へ殆ど伝えていることがわかる。

第14図fは、ヒートパイプのパートI、IIおよびIIIのまわりに流した恒温水の温度がそれぞれ20、40および60℃であった場合である。この場合サイフォンAおよびBは共に逆モードにあり、僅かな熱漏れが観測された。

III. 本発明ヒートパイプの熱入出力反転特性

熱交換器のセルIおよびIIIに流した恒温水の温度をそれぞれ60℃および20℃と一定にし、そしてパートIIへ流した恒温水の温度を20℃~60℃の範囲内でいろいろ変えた以外は前記IIの操作を反復し、ヒートパイプの各パートの熱輸送量の変化を測定した。結果を第15図に示す。図中、○印、□印および△印は、パートI、IIおよびIIIの熱輸送量をそれぞれ表し、そしてヒートパイプから放出される熱量を正として表示した。

第15図によれば、熱輸送量とパートIIの温度とは一次の関係にあること、そしてパートIIの温度

を20℃から上げてゆくにつれ、パートIIでの熱輸送は放熱から吸熱に変わり、パートIIでの熱入出力が反転するときの温度は約30℃であることがわかる。

本発明のヒートパイプは、前記のような諸特性を利用して、熱工学のいろいろな分野に広く適用できる。たとえば、既述のように、本発明のヒートパイプは、その熱ダイオード特性および熱ポンピング特性を活用して、温度が変動する熱源からの蓄熱システムに有利に組み込むことができる。また、本発明のヒートパイプは、その熱入出力反転特性を利用するなら、たとえば、急激に温度が変動する流体をある一定の目標温度に制御するシステムにも適用できる。このためには、本発明のヒートパイプのパートIIの熱入出力反転温度が目標温度に等しくなるように、パートIおよびIIIの温度を設定し、パートIIを当該流体と熱交換させればよい。これは、(パートIおよびIIIの)温度による(パートIIの)温度制御である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明ヒートパイプの一例の第一部材（サイフォンA）の縦断面図。

第2図は、第1図のヒートパイプの第二部材（サイフォンB）の縦断面図。

第3図は、本発明ヒートパイプの他の一例の縦断面図。

第4図は、実験に用いた熱交換器を示す縦断面図。

第5図は、本発明ヒートパイプのサイフォンAの熱輸送量と作動流体封入量との関係を示すグラフ。

第6図は、本発明ヒートパイプのサイフォンAの熱ダイオード効率と作動流体封入量との関係を示すグラフ。

第7図は、本発明ヒートパイプのサイフォンBの熱輸送量と作動流体封入量との関係を示すグラフ。

第8図は、本発明ヒートパイプのサイフォンBの熱ダイオード効率と作動流体封入量との関係を示すグラフ。

第9図は、本発明ヒートパイプのサイフォンAの順モードでの熱輸送量とヒートパイプの傾斜角との関係を示すグラフ。

第10図は、本発明ヒートパイプのサイフォンAの逆モードでの熱輸送量とヒートパイプの傾斜角との関係を示すグラフ。

第11図は、本発明ヒートパイプのサイフォンBの順モードでの熱輸送量とヒートパイプの傾斜角との関係を示すグラフ。

第12図は、本発明ヒートパイプのサイフォンBの逆モードでの熱輸送量とヒートパイプの傾斜角との関係を示すグラフ。

第13図は、本発明ヒートパイプのサイフォンAおよびBの熱ダイオード効率とヒートパイプの傾斜角との関係を示すグラフ。

第14図は、本発明ヒートパイプのパートI、IIおよびIIIのまわりに、温度が60、40 および20℃の恒温水を種々の組合せで流した場合における、各パートでの熱の出入を示す図、そして

第15図は、本発明ヒートパイプのパートIおよ

びIIIのまわりには温度が60および20℃の恒温水をそれぞれ流し、そしてパートIIのまわりに流す恒温水の温度を変えた場合における、各パートでの熱の出入とパートIIの温度との関係を示すグラフである。

10・・・ブロンズ製メッシュスクリーン

11・・・スプリング

出願人 高砂熱学工業株式会社

代理人 弁理士 和田 憲 治



A・・・サイフォンA

B・・・サイフォンB

1・・・パイプ

2・・・作動流体

3・・・サイフォン内の空間

4a・・・サイフォンAの蒸発部

4b・・・サイフォンBの蒸発部

5a・・・サイフォンAの凝縮部

5b・・・サイフォンBの凝縮部

6a・・・サイフォンAの断熱部

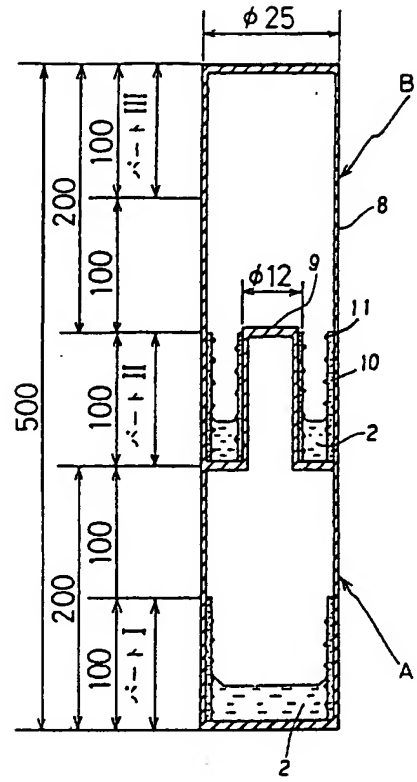
6b・・・サイフォンBの断熱部

7・・・ウィック

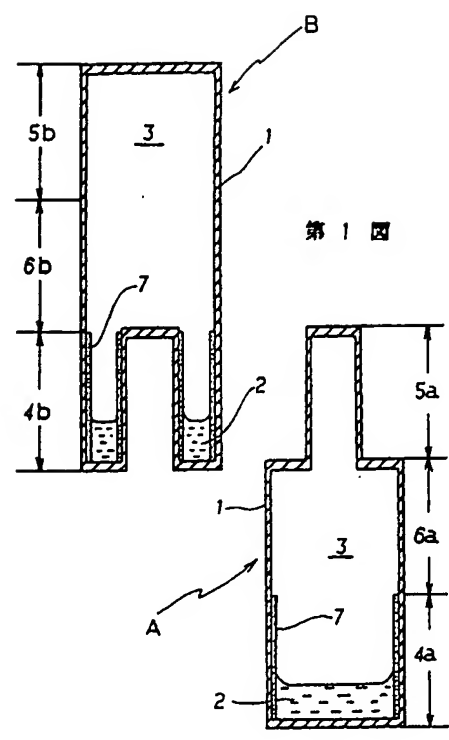
8・・・銅管

9・・・山高帽子状銅製部材

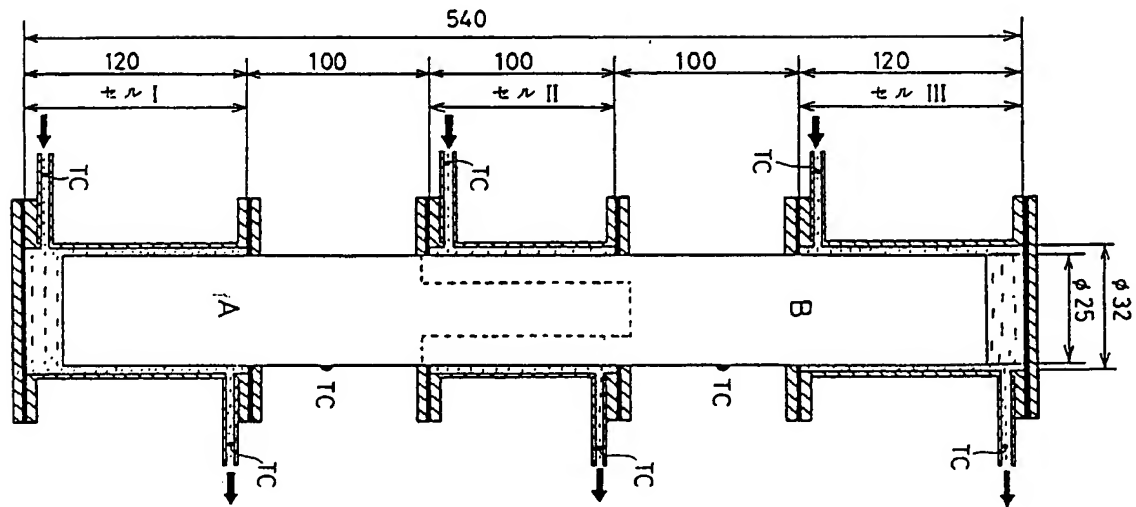
第 3 図



第 2 図

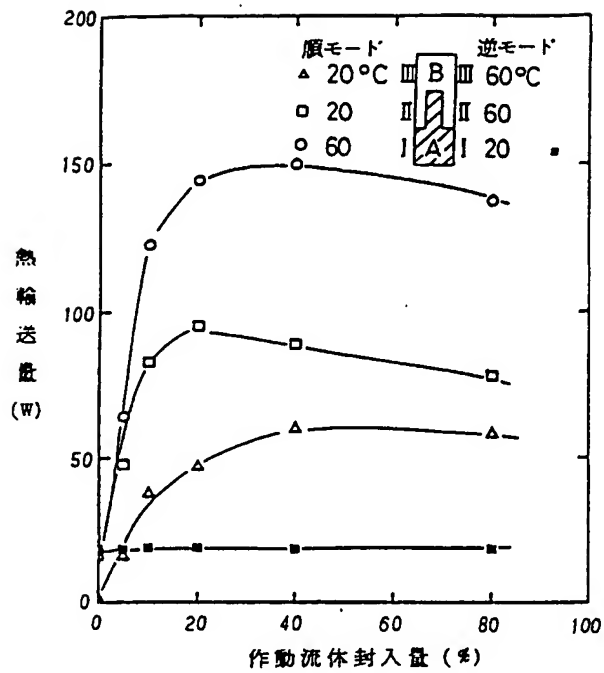


第 1 図

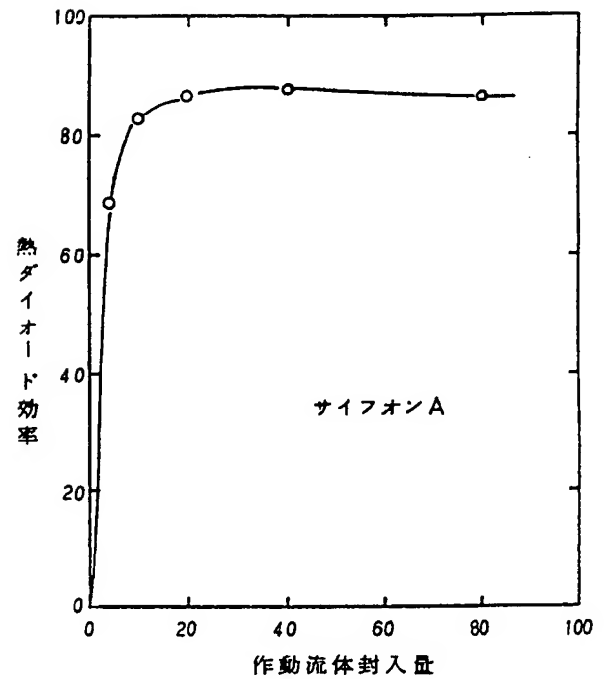


第 4 図

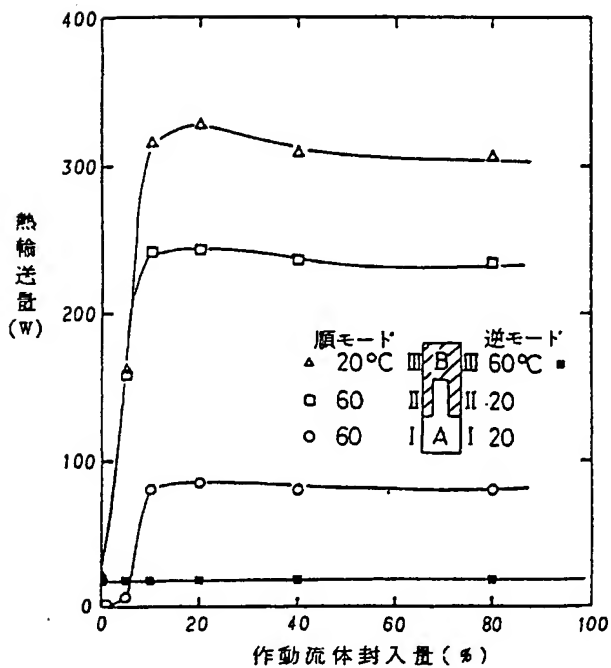
第 5 図



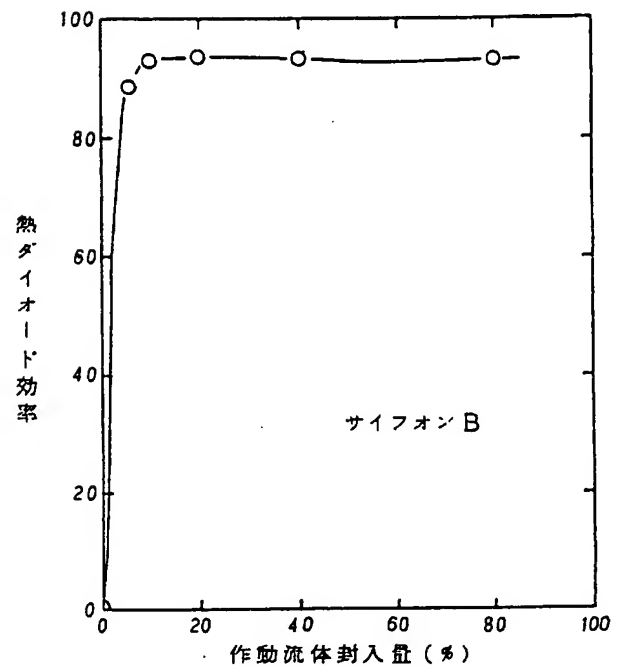
第 6 図



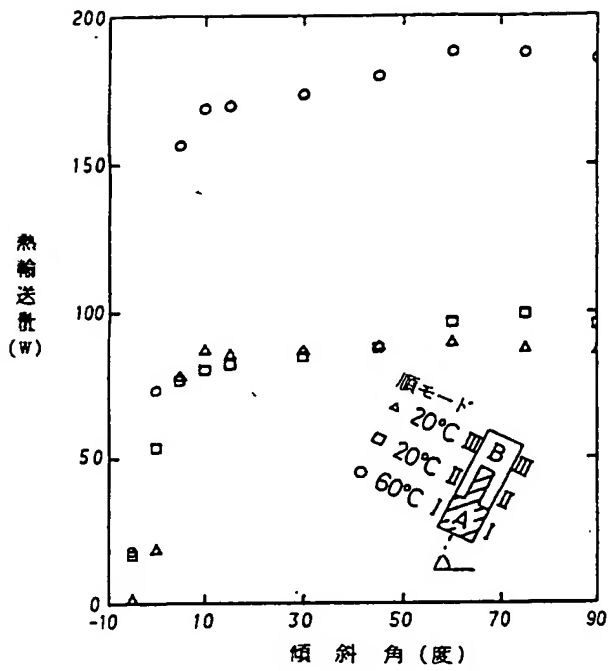
第 7 図



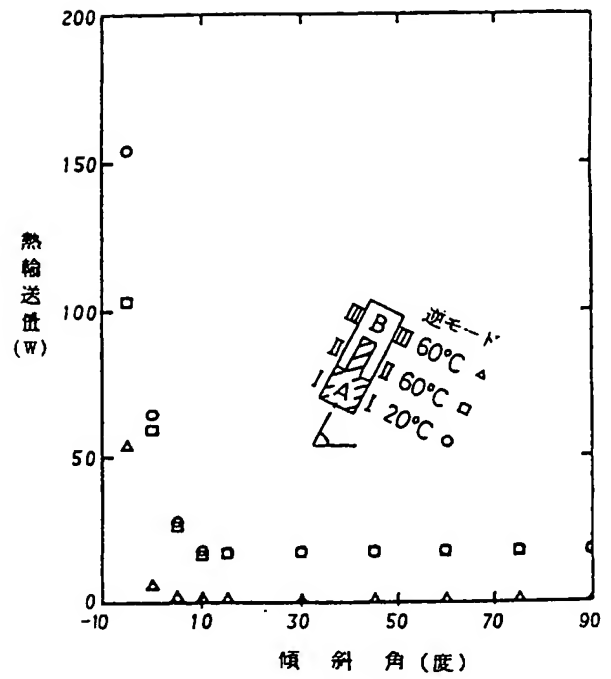
第 8 図



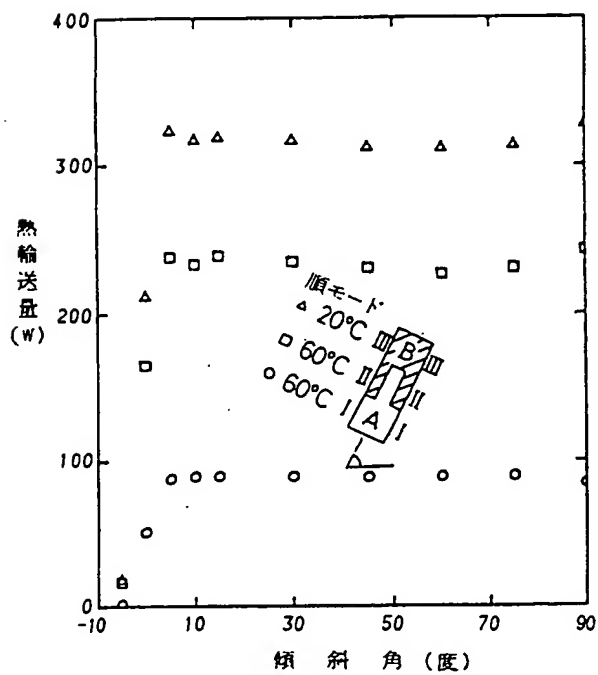
第 9 図



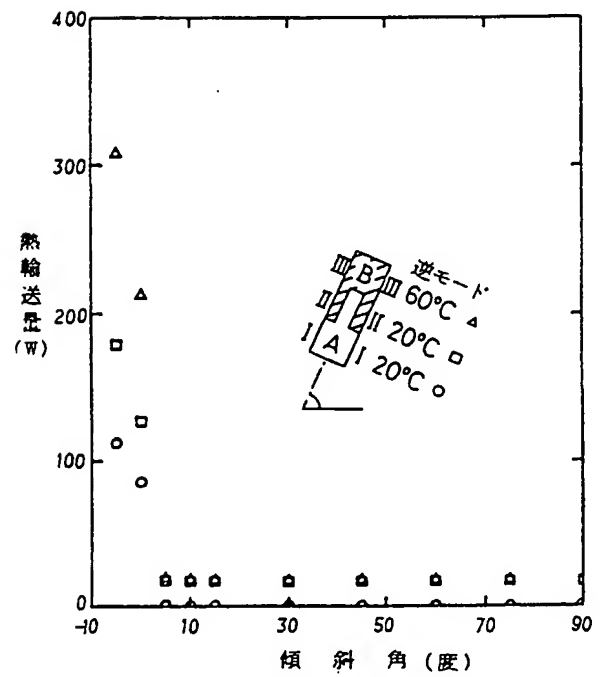
第 10 図



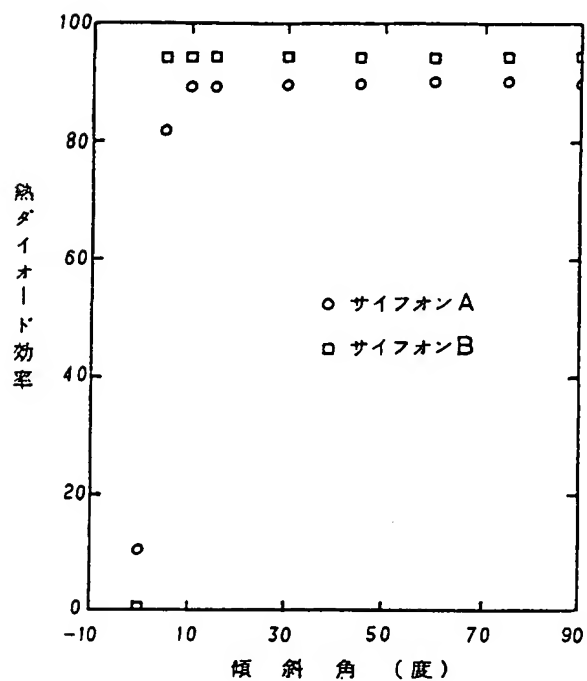
第 11 図



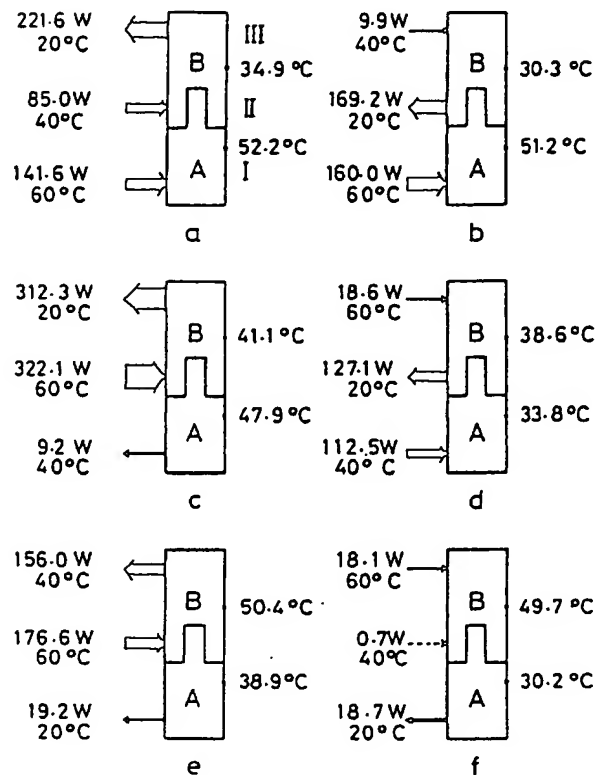
第 12 図



第13図



第14図



第15図

